

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/15324

01.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年12月18日

出願番号  
Application Number: 特願2002-366743

[ST. 10/C]: [JP2002-366743]

出願人  
Applicant(s): 日産自動車株式会社

RECEIVED	
22 JAN 2004	
WIPO	PCT

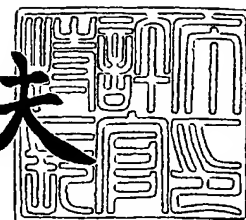
Best Available Copy

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3109537

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-01146

【提出日】 平成14年12月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

H01M 8/10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

【氏名】 松岡 直哉

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075513

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 政喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100084537

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 嘉夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706786

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質膜をアノードとカソードで挟持することにより構成した燃料電池セルを有する燃料電池を備え、

前記アノードに燃料ガスを、前記カソードに酸化剤ガスを供給することにより発電を行う燃料電池システムにおいて、

発電停止後に、前記アノードまたはカソードの少なくとも一方に、湿潤状態を調整した湿潤ガスを供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記燃料電池に供給する燃料ガスまたは酸化剤ガスの少なくとも一方を加湿する加湿手段を備え、

発電停止後に、前記アノードまたはカソードの少なくとも一方に、前記加湿手段により前記湿度状態を調整した湿潤ガスを供給する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記燃料電池の温度を検出する燃料電池温度検出手段を備え、

前記燃料電池の温度に応じて前記湿潤ガスの湿潤状態を設定する請求項 1 または 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記燃料電池の湿潤状態を検知する湿潤状態検出手段を備え、

前記燃料電池の湿潤状態が所定の湿潤状態より乾燥している場合には、前記湿潤ガスの湿度を高く設定し、

前記燃料電池の湿潤状態が所定の湿潤状態より湿潤している場合には、前記湿潤ガスの湿度を低く設定し、

前記燃料電池の湿潤状態が所定の湿潤状態にある場合には、湿潤ガスの供給を停止する請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

外気温度または前記燃料電池の温度を検出する温度検出手段を備え、  
発電停止後、所定のタイミングで前記温度検出手段を用いて外気温度または前記燃料電池の温度を検出し、

外気温度または前記燃料電池の温度が所定の温度まで低下したと判断されたら、前記アノードまたはカソードの少なくとも一方に前記湿潤ガスを供給する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 6】**

前記湿潤ガスの相対湿度を 15% 以上 95% 以下に設定する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 7】**

前記アノードに供給する湿潤ガスの湿度を、前記カソードに供給する湿潤ガスの湿度より高く設定する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 8】**

前記湿潤状態検出手段として、前記燃料電池セルの抵抗を検出する手段を備え、

前記燃料電池セルの抵抗が所定値より高い場合には、前記湿潤ガスの湿度を高く設定し、

前記燃料電池セルの抵抗が所定値より低い場合には、前記湿潤ガスの湿度を低く設定し、

前記燃料電池セルの抵抗が所定値の場合には、前記湿潤ガスの供給を停止する請求項 4 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 9】**

前記燃料電池を複数の前記燃料電池セルを積層することにより構成し、

前記湿潤状態検出手段を、少なくとも前記燃料電池の湿潤ガス供給口付近の燃料電池セルと湿潤ガス排出口付近の燃料電池セルとに備える請求項 4 または 8 に記載の燃料電池システム。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【産業上の利用分野】**

本発明は、燃料電池システムに関する。特に燃料電池システムの低温環境下における起動時を速やかに行うためのシステム放置方法に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

水素と酸素を用いた電気化学反応により発電を行う高分子電解質型燃料電池においては、0℃以下の低温状態では、電極近傍の水分凍結により反応ガスの電極触媒反応部への到着が阻害される可能性がある。また、電解質膜の水分の不足から電気伝導性の低下が生じる可能性がある。すなわち、このような低温環境下から燃料電池を起動する場合には、燃料ガスを供給しても電気化学反応が進行せずに、燃料電池を起動できない可能性がある。

#### 【0003】

このような問題に対して、従来の燃料電池システムとして、停止時に乾燥ガスを流すことにより氷点下における始動に備えたものが知られている。この方法では、セル・スタック内に乾燥ガスを流しつづけて、水分を予め燃料電池内部から除去して乾燥させることにより、低温環境下での凍結を防いでいる。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開2002-208421号公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとしている問題点】

しかしながら、上記従来技術においては、水分を除去することにより反応ガスを電極触媒反応部へ到達できるように改善することができるが、乾燥ガスを流すので膜電極接合体(MEA)がすぐに乾燥してしまう。そのため、水分乾燥時には乾燥ガスの流量を抑えなければならないが、そうすると適当な湿潤状態に調整するまでに時間がかかるという問題が生じる。また、セルの湿潤状態を、セル出力電圧をモニタすることにより検出しているが、これは膜の乾燥状態に鈍感である。MEAが乾燥しすぎてしまうと、再び湿潤させることが難しくMEAの湿潤状態を調整するのが困難であるという問題が残される。

#### 【0006】

そこで本発明は、上記の問題を鑑みて、水分の凍結防止と湿潤状態維持を可能とする燃料電池システムを提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【問題点を解決するための手段】

本発明は、電解質膜をアノードとカソードで挟持することにより構成した燃料電池セルを有する燃料電池を備え、前記アノードに燃料ガスを、前記カソードに酸化剤ガスを供給することにより発電を行う燃料電池システムに関する。このような燃料電池システムにおいて、発電停止後に、前記アノードまたはカソードの少なくとも一方に、湿潤状態を調整した湿潤ガスを供給する。

#### 【0008】

##### 【作用及び効果】

発電停止後に、アノードまたはカソードの少なくとも一方に、湿潤状態を調整した湿潤ガスを供給することで、燃料電池内部の余分な水を除去し、なおかつ燃料電池の電解質膜付近を適当な湿潤状態に調整することができる。その結果、水分の凍結防止と湿潤状態維持が可能となる。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

第1の実施形態に用いる燃料電池システムを説明する。ここでは、燃料電池システム放置時の凍結および乾燥を防止するための概略構成を図1に示す。なお、本実施形態では、図1に示したような燃料電池セル1を複数積層することにより構成した燃料電池を用いる。

#### 【0010】

スタックを構成する燃料電池セル1のアノード2に供給する水素含有ガス、ここでは水素を加湿する加湿器4を備える。また、燃料電池セル1のカソード3に供給する酸素含有ガス、ここでは空気を加湿する加湿器5を備える。加湿器4、5は、流通するガスの湿度を所望の湿度に調整できる加湿装置とする。加湿器4、5としては、例えば、バブラーやスチームを用いることが考えられる。また、燃料電池セル1の温度を検出するセル温度センサ6を備える。さらに、コントロールユニット7を備える。ここでは、コントローラユニット7では、燃料電池セ

ル 1 の温度を用いてシステム停止時の電池セル 1 内の湿度調整を行う。

#### 【0011】

発電停止後、燃料電池システム放置時に、燃料電池システム内が氷点下になる可能性がある場合には、発電時に燃料電池セル 1 内に溜まった水が凍結して反応ガスの供給路を閉塞してしまう可能性がある。そこで、燃料電池セル 1 の水を取り除くが、このとき燃料電池セル 1 内の水分を完全に除去してしまうと、再度燃料電池システムを起動する際に、電解質膜の水分不足により電気抵抗が増大して発電反応が効率的に行われな可能性が生じる。そこで本実施形態では、湿度を調整したガスを燃料電池セル 1 に供給し、燃料電池セル 1 内の凝縮水を除去するとともに燃料電池セル 1 内を所定の湿潤状態にしてから放置する。これにより、燃料電池セル 1 内での凍結および乾燥を防ぐことができるので、低温環境下においても効率のよい起動を行うことができる。なお、ここでは、発電停止後に燃料電池セル 1 に供給する湿潤ガスを、加湿器 4、5 により加湿した反応ガスとする。つまり、アノード 2 には加湿器 4 で加湿した水素を供給し、カソード 3 には加湿器 5 で加湿した空気を供給する。

#### 【0012】

ここで、燃料電池セル 1 の詳細な構成を図 2 に示す。複数の燃料電池セル 1 を積層することによりスタックを構成する。

#### 【0013】

アノード 2 を、触媒部 2 a とガス拡散層 2 b とから構成する。また、カソード 3 を触媒部 3 a とガス拡散層 3 b とから構成する。電解質膜 10 を触媒部 2 a、3 a で挟持し、さらにその外側からガス拡散層 2 b、3 b で挟持することにより MEA を構成する。ここでは、触媒層 2 a、3 a をカーボン担持白金触媒により構成する。

#### 【0014】

MEA のさらに外側には図示しないセパレータを配置する。セパレータにはそれぞれガスの供給流路となる溝を形成する。アノード 2 に隣接するセパレータには、ガス拡散層 2 b に水素を供給するガス流路 11 を構成する。カソード 3 に隣接するセパレータには、ガス拡散層 3 b に空気を供給するガス流路 12 を構成す



る。

#### 【0015】

図2(a)に示すように、発電時には、加湿器4により加湿された水素がガス流路11を通してアノード2に供給される。水素はガス拡散層2bにおいて発電面に拡散し、触媒部2aに到達する。ここで、白金を用いた触媒反応 ( $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ ) を生じる。この反応により生じたプロトンイオンは、電解質膜10をアノードからカソードに向かって移動するが、このときプロトンイオンは電解質膜10内で水和状態となって移動する。

#### 【0016】

一方、加湿器5により加湿された空気がガス流路12を通してカソード3に供給される。空気はガス拡散層3bにおいて発電面に拡散し、触媒部3aに到達する。ここで、白金を用いた触媒反応 ( $1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ) が生じる。このように電解質膜10を移動したプロトンイオンと、空気中の酸素とが反応することにより水を生じる。

#### 【0017】

このように、電解質膜10内をプロトンイオンが水和状態で移動するので、発電時には電解質膜10が湿潤している必要がある。また、低温環境下の放置時には、カソード3で生じた水がガス拡散層3bやガス流路12で凍結することにより、空気が触媒層3aに供給されるのを妨げる可能性がある。アノード2に関しても、湿潤した水素を供給する際にアノード2内で凝縮した水が、低温環境下の放置時に凍結することにより反応ガスが触媒層2aに供給されるのを妨げる可能性がある。

#### 【0018】

発電停止直後には、電解質膜10内、触媒部2a、3a付近、ガス拡散層2b、3b、ガス流路11、12に水滴が存在する。そこで、加湿器4、5を用いて適当な湿度状態の湿潤ガスを生成し、これを燃料電池セル1に供給する。これにより、図3(b)に示すように、湿潤ガスと電解質膜10内の水が平衡状態となる。その結果、電解質膜10中の水を保つことができるので、再起動時に電解質膜の電気抵抗が増大することにより効率が低下するのを防ぐことができる。また

、湿潤ガスを流通させることで、ガス拡散層 2 b、3 b やセパレータに形成したガス流路 1 1、1 2 に存在していた凝縮水を取り除くことができるので、低温環境下に放置しても、水の凍結が生じ難く、起動時には反応ガスを触媒部 2 a、3 a に効率良く供給することができる。

#### 【0019】

次に、上述するようなシステム放置時の凍結防止および再起動時の効率低下を抑制するための発電停止時の制御方法を、図 3 に示したフローチャートを用いて説明する。本フローは、発電停止の信号を検知したら開始する。

#### 【0020】

ステップ S 1 においてスタック内の燃料電池セル 1 の温度を、セル温度センサ 6 を用いて検出する。ステップ S 2 において、燃料電池セル 1 の温度から、電解質膜 1 0 内に含有される水分と、電解質膜 1 0 周囲に供給される湿潤ガスの湿潤状態とが平衡状態となる際に、電解質膜 1 0 に十分な水分を含有させることができるように湿潤ガスの湿度を設定する。ここでは、加湿器 4、5 を調整することにより燃料電池セル 1 に供給する水素および空気の湿度を設定する。

#### 【0021】

ステップ S 3 において、湿潤ガスの燃料電池セル 1 への供給を開始する。ステップ S 4 において、所定時間経過したか否かを判断する。ここでは、予め実験等により、供給される湿潤ガスと電解質膜 1 0 との間が平衡状態になるのに十分な所定時間を設定しておき、コントローラ 7 に備えたタイマー等により、所定時間、湿潤ガスを供給する。ステップ S 4 において所定時間が経過したと判断されたら、ステップ S 5 において湿潤ガスの供給を停止し、本制御を終了して燃料電池システムを停止・放置する。

#### 【0022】

次に、図 4 の表に、発電停止時あるいは放置時に、ある湿度の湿潤ガスを一定時間供給してから  $-20^{\circ}\text{C}$  になるまでスタックを放置し、その後、空気および水素を供給して発電を開始した場合の結果を示す。これより、供給する湿潤ガスの相対湿度が 15%～95% の範囲になるときに、正常な始動、つまり所定電力が取り出せて、かつ自力運転が可能となる。よって、ステップ S 2 において、湿潤

ガスの湿度を設定する際には、相対湿度を15%～95%の範囲に設定するのが好ましい。

#### 【0023】

次に、本実施形態に効果を説明する。

#### 【0024】

電解質膜10をアノード2とカソード3で挟持することにより構成した燃料電池セル1を有するスタックを備え、アノード2に水素を、カソード3に空気を供給することにより発電を行う。このような燃料電池システムにおいて、発電停止後に、アノード2またはカソード3の少なくとも一方に、湿潤状態を調整した湿潤ガスを供給する。これにより、発電停止後に、アノード2およびカソード3の水が除去され、また電解質膜10の湿潤を保った状態でスタックが停止される。その結果、氷点下で発電を開始する際に、触媒部2a、3aに達するまでの反応ガスの供給路を凍結により閉塞することなく確保することができる。加えて、電流を流した時の電解質膜10の湿潤不足による電圧降下を抑えることができ、より多くの電流を流すことができる。さらに、湿潤ガスを流すことで、MEAと湿潤ガスとの間で水分の平衡状態が安定しやすく、MEA内の湿潤状態を調整して均一化することが容易になる。

#### 【0025】

また、スタックに供給する水素または空気の少なくとも一方を加湿する加湿器4、5を備え、発電停止後に、アノード2またはカソード3の少なくとも一方に、加湿器4、5により湿度状態を調整した湿潤ガスを供給する。このように、発電に用いる水素または空気の加湿に用いる加湿器4、5を、湿潤ガスの生成手段とすることで、システムの構成を簡素化することができる。

#### 【0026】

さらに、スタックの温度、ここでは燃料電池セル1の温度を検出するセル温度センサ6を備え、燃料電池セル1の温度に応じて湿潤ガスの湿潤状態を設定する。このように、スタック内の温度状態に応じて供給する湿潤ガスの湿度を設定することで、温度に関係なく一定の水分を電解質膜10に含ませることができるので、湿潤不足により電圧降下が生じるのを抑制することができる。なお、ここで

は燃料電池セル1の温度を検出したが、スタックの温度分布が小さい場合には代表温度を用いても良い。

#### 【0027】

さらに湿潤ガスの相対湿度を15%以上95%以下に設定する。湿潤ガスの湿度を適当に調整することにより、燃料電池セル1内（電解質膜10・触媒部2a、3a・ガス拡散層2b、3b・ガス流路11、12）を所望の湿潤状態になるように調整することができる。湿度が95%以上であると燃料電池セル1内の水を除去することが困難になり、また燃料電池セル1内に凝縮した水滴が混入してしまい、氷点下になったときに氷詰まりを生じてしまう可能性が生じる。また、湿度が15%以下であると氷点下で発電を開始する場合に燃料電池セル1、特に電解質膜10の内部電気抵抗が高くなりすぎて発電が不可能となる。よって、湿潤ガスの相対湿度を15%以上、95%以下とするのが好ましい。

#### 【0028】

次に、第2の実施形態について説明する。以下、第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

#### 【0029】

図5に示すように、第1の実施形態に用いた燃料電池システムに、燃料電池セル1内の湿潤状態を検出する湿潤状態検出器8を備える。この湿潤状態検出器8を用いて燃料電池セル1内の湿潤状態を正確にモニタすることにより、加湿不足による乾燥や過度の加湿による水詰まりを防ぐことができる。

#### 【0030】

本実施形態の制御フローを図6に示す。本フローは、発電停止の信号を検知したら開始する。

#### 【0031】

ステップS11において、セル温度センサ6および湿潤状態検出器8を用いて燃料電池セル1の湿潤状態と温度を検出する。次に、ステップS12において、燃料電池セル1の湿潤状態と温度から加湿器4、5から供給する湿潤ガスの湿度を決定する。ここでは、湿潤状態と温度に対応した湿潤ガスの湿度を、予め実験等により設定しておく。例えば、ある温度状態の燃料電池セル1内で、電解質膜

10と周囲の湿潤ガスとの間の水分平衡が成立している場合に、電解質膜10が十分な量の水分を含有するような燃料電池セル1内の所定湿度を予め実験等により設定しておく。燃料電池セル1内の湿度が所定湿度より高い場合には湿潤ガスの湿度を低く設定し、燃料電池セル1内の湿度が所定湿度より低い場合には湿潤ガスの湿度を高く設定する。なお、発電停止直後には、特にカソード3に凝縮水が存在している可能性が非常に高く、セル面内で湿潤度合いにばらつきがあるので、すでにセル内の湿度が所定範囲に入っている場合でも所定時間パージすることが好ましい。また、この場合に流すガスの湿度と時間をあらかじめ決めておくことが好ましい。次に、ステップS13において、加湿器4、5において湿度を調整された湿潤ガスを燃料電池セル1へ供給する。

#### 【0032】

ステップS14において、燃料電池セル1の湿潤状態と温度を再び検出する。ステップS15において、燃料電池セル1内の湿度状態と、所定の湿度状態とを比較する。燃料電池セル1内が所定の湿度状態となっていない場合には、ステップS12に戻り、ステップS14で検出した燃料電池セル1内の湿度状態と温度から、湿潤ガスの湿度を再び設定する。ステップS15で所定の湿潤状態となっていると判断されるまでこの制御を繰り返し、所定の湿潤状態になっていると判断されたら、ステップS16に進み、湿潤ガスの供給を停止する。

#### 【0033】

このように構成・制御することで、第1の実施形態における効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

#### 【0034】

スタック、ここでは燃料電池セル1の湿潤状態を検知する湿潤状態検出器8を備える。燃料電池セル1の湿潤状態が所定の湿潤状態より乾燥している場合には、湿潤ガスの湿度を高く設定し、燃料電池セル1の湿潤状態が所定の湿潤状態より湿潤している場合には、湿潤ガスの湿度を低く設定する。これにより、適当なガスの湿度を既定して、湿潤ガスを流し始めることができる。また、燃料電池セル1の湿潤状態が所定の湿潤状態にある場合には、湿潤ガスの供給を停止する。これにより、燃料電池セル1内を適切な湿潤状態に調整してシステムを終了・放

置することができる。

#### 【0035】

次に、第3の実施形態について説明する。ここでは、図7に示される概略構成の燃料電池システムを用いる。つまり、第2の実施形態に用いた燃料電池システムにおいて、システム外部に外気温度センサ9を備える。燃料電池システムの環境温度を検出し、検出結果をコントロールユニット7に入力する。

#### 【0036】

本実施形態の発電停止時の制御方法を図8に示すフローチャートを用いて説明する。本フローは、発電停止後に燃料電池システム放置開始してから、ある一定の時間が経過したら開始する。ここでは、外気温度が凍結を生じる可能性がある領域まで低下したら、燃料電池セル1内の湿度調整を行う。

#### 【0037】

ステップS21において、外気温度センサ9を用いて外気温度を検出する。ステップS22において、外気温度を所定温度範囲とを比較する。ここで所定温度範囲は氷点下以上かつ基準温度以下とする。外気温度が氷点より低い場合には、燃料電池セル1内で凍結が生じている可能性があり、また、加湿器4、5において所定通りの加湿を行うのが困難となる可能性があるため、燃料電池セル1内の湿润状態の調整は行わない。また、基準温度より高い場合には、凍結の可能性がなく、燃料電池セル1内の水をパージする必要がない。そこで、外気温度が所定温度範囲外の場合には、ステップS30に進み、所定時間待機後、再びステップS21に戻り外気温度を検出する。

#### 【0038】

ステップS22において外気温度9が所定温度範囲内となったらステップS23に進む。ステップS23において、湿度状態検出器8とセル温度センサ6により燃料電池セル1の湿度状態と温度を検出する。ステップS24において、ステップS15と同様に、燃料電池セル1の湿度状態を判断する。ここで、燃料電池セル1の湿度状態が所定の湿度状態であれば、ステップS30に進み、所定時間待機後、再びステップS21に進む。一方、ステップS24において、燃料電池セル1の湿度状態が所定の湿度状態でなければ、燃料電池セル1内の湿度調整を

行う必要があると判断してステップ S 2 5 に進む。

【0039】

ここで、燃料電池セル 1 内に凝縮水が生じている場合には湿度状態が 100% 近傍となるので、ステップ S 2 4 における湿度判断で湿度調整が必要と判断される。このため、外気温度が所定温度範囲内であり、かつ、凝縮水が存在する状態では、必ず燃料電池セル 1 内の湿度調整が行われるので、凝縮水が凍結するのを防ぐことができる。

【0040】

ステップ S 2 5 ～ S 2 9 において、ステップ S 1 2 ～ S 1 6 と同様に燃料電池セル 1 の湿潤状態を調整してから燃料電池システムを放置する。

【0041】

なお、ここでは燃料電池セル 1 の湿潤調整を行うかどうかを外気温度により判断したが、スタック温度により判断してもよい。または、セル温度センサ 6 を用いて燃料電池セル 1 の温度に応じて判断してもよい。このように、スタック温度に応じて湿潤調整を行うかどうかを判断することで、発電停止後、スタックに保持された熱が放出されてスタック温度が低下するまで湿潤調整を行う必要がない。これにより、湿潤調整による電力消費を避けることができる。

【0042】

次に、本実施形態の効果を説明する。ここでは、第 2 実施形態に加えて以下もような効果を得ることができる。

【0043】

外気温度またはスタックの温度を検出する温度検出手段を備える。ここでは外気温度を検出する外気温度センサ 9 を備える。発電停止後、温度検出手段を用いて外気温度またはスタックの温度を検出し、外気温度またはスタックの温度が所定の温度範囲であると判断されたら、アノード 2 またはカソード 3 の少なくとも一方に湿潤ガスを供給する。ここでは、発電停止後、所定のタイミングで外気温度を検出し、外気温度が所定の温度まで低下したと判断されたら、アノード 2 またはカソード 3 の少なくとも一方に湿潤ガスを供給する。これにより、放置時に外気温度が低下して氷点下になる前に湿潤ガスを流して、適当な湿潤状態になる

ように調整することができる。

#### 【0044】

外気温度が高い場合には凍結の可能性がないため湿潤調整を行う必要がなく、またスタック内の湿潤状態が良好の場合には凍結・乾燥の可能性がない。そこで、凍結の可能性があり、また凝縮水が存在したり電解質膜の乾燥が生じたりする可能性がある場合のみに湿潤調整を行う。これにより、湿潤調整を行う頻度を抑制することができ、湿潤調整に伴うエネルギー消費を抑制することができる。

#### 【0045】

次に、第4の実施形態について説明する。ここでは、第1～3のいずれかの実施形態において、燃料電池セル1の湿度調整時にアノード2とカソード3に供給する湿潤ガスの湿度を異なる湿度に設定する。

#### 【0046】

図9に、アノード2に供給する湿潤ガスとカソード3に供給する湿潤ガスの湿度をそれぞれ「高め」と「低め」に調整し、その後、 $-20^{\circ}\text{C}$ の環境下に放置してから再び発電を開始した場合の結果を示す。ここでは、アノード2に供給する湿潤ガスを水素ガス、カソード3に供給する湿潤ガスを空気とする。

#### 【0047】

発電時には、アノード2側の電解質膜10の表面で乾燥が生じ易いので、予めアノード2側をカソード3側より多く湿潤させておく。このとき、カソード3側も同程度に湿潤させておくと、ガス拡散層3bに水滴が存在する確率が増大し、その水滴が氷点下で凍結することにより空気の供給路が閉塞する可能性が生じる。その結果、カソード3の触媒部3aの発電面に空気中の酸素が到達し難くなり、発電が不可能となる可能性がある。

#### 【0048】

よって、本実施形態では燃料電池システム放置時の湿潤状態調整時には、アノード2に供給する水素の湿度を比較的高く、カソード3に供給する空気の湿度を比較的低く設定する。このように、アノード2に供給する湿潤ガスの湿度を、カソード3に供給する湿潤ガスの湿度より高く設定することで、氷点下の発電時に、水不足の生じ易いアノード2に近い電解質膜10の表面の乾燥を防ぐことがで



きる。

#### 【0049】

次に、第5の実施形態について説明する。以下、第2の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

#### 【0050】

ここでは、第2の実施形態において、燃料電池セル1の湿潤状態を検出する湿潤状態検出器8として、燃料電池セル1のアノード2とカソード3の間で高周波インピーダンス(抵抗)を測定する手段を備える。燃料電池セル1の温度と抵抗に対する電解質膜10の湿潤状態を示す概念図を図10に示す。

#### 【0051】

高温、高抵抗の場合(A)には、電解質膜10が乾燥し過ぎていると判断する。また、低温、低抵抗の場合(C)には、ガス拡散層2b、3bに水が残っていると判断する。さらに、この高温・高抵抗の場合(A)と低温・低抵抗の場合(C)の間を適当な湿潤状態(B)とする。

#### 【0052】

高温、高抵抗(A)の場合には、電解質膜10が乾燥しすぎの状態である。ここでは、発電を行って電流を取り出そうとしても、僅かな電流ですぐに起電力が激減してしまう領域である。この領域では抵抗が大きいので、わずかの電流で大きな電圧降下を生じるので、発電が困難である。例えば、抵抗が $10\Omega\text{cm}^2$ の状態、 $0.1\text{A}/\text{cm}^2$ の電流を流した場合には、セルのオーム抵抗による電解質膜10・ガス拡散層2b、3bの電圧降下は1Vとなり、発電が困難になる。

#### 【0053】

低温、低抵抗の場合(C)の場合には、電解質膜10は湿潤し過ぎであり、図2(a)の状態が維持される。例えば、湿度100%のガスを用いて燃料電池セル1内を乾燥させた場合には、燃料電池セル1内の凝縮水は残ったままになる。このような場合に氷点下となると、燃料電池セル1内で凍結が生じることによりガスの供給路が閉塞されるので、発電の際に反応ガスを触媒部2a、3aに供給するのが困難となる。

#### 【0054】

すなわち、これらの間の (B) の領域が適当な湿潤状態の領域と考えられる。よって、この領域を所定の湿潤状態とし、この付近に落ち着くように供給する湿潤ガスの相対湿度を調整する。例えば、このように調整された燃料電池セル 1 を  $-20^{\circ}\text{C}$  の環境下に放置すると、余分な水滴が除去されてガスの供給路が保たれている。よって、水素や空気を流したときには、触媒部 2a、3a まで供給ガスが到達することができ、電気化学反応により十分な起電力を生じることができる。

#### 【0055】

第 2 実施形態のステップ S12 においては、ステップ S11 または S14 で検出した温度と抵抗とから図 10 に示したマップに従って、(A) の領域の場合には供給ガスの湿度を高く、(C) の領域の場合には供給ガスの湿度を低く設定する。一方 (B) の領域の場合には、ステップ S15 において、湿度状態が所定状態であると判断して、燃料電池セル 1 の湿度状態の調整を終了する。

#### 【0056】

次に、本実施形態の効果を説明する。ここでは、第 2 の実施形態に加えて以下のような効果を得ることができる。

#### 【0057】

湿潤状態検出器 8 として、高周波により燃料電池セル 1 の抵抗を検出する手段を備える。燃料電池セル 1 の抵抗が所定値より高い場合には、湿潤ガスの湿度を高く設定し、燃料電池セル 1 の抵抗が所定値より低い場合には、湿潤ガスの湿度を低く設定する。さらに、燃料電池セル 1 の抵抗が所定値の場合には、湿潤ガスの供給を停止する。このように、停止時に燃料電池セル 1 の抵抗を測定することで、燃料電池セル 1 の湿潤度と相関付けが可能になる。また、燃料電池セル 1 の湿潤度に敏感であり応答性に優れる。

#### 【0058】

なお、ここ上記の抵抗の所定値は、あるセル温度に対して決まる値であり、図 10 より求めることができる。この所定の抵抗は、電解質膜 10 の厚さ等、燃料電池セル 1 の構造にも応じて設定される。そこで、用いるスタックに対して、予め実験等によりセル温度に応じた抵抗の所定範囲を求めておき、図 10 のマップ

のような状態でコントローラユニット 7 に記憶しておくことで速やかな制御を行うことができる。つまり、セル温度およびセル構造に応じて設定される抵抗の所定範囲に、湿潤状態検出器 8 で検出した燃料電池セル 1 の抵抗があてはまるかどうかにより、燃料電池セル 1 の湿潤状態を検知することができる。

#### 【0059】

次に、第 6 の実施形態について説明する。ここで用いる燃料電池システムの概略構成を図 11 に示す。

#### 【0060】

燃料電池セル 1 を複数積層することによりスタック 50 を構成する。これに対応して、燃料電池セル 1 の温度を検出するセル温度センサ 6 および湿潤状態を検出する湿潤状態検出器 8 も複数備える。燃料電池セル 1 毎にセル温度センサ 6 や湿潤状態検出器 8 を備えてもいいが、多数の燃料電池セル 1 を積層するような場合には、いくつかの燃料電池セル 1 に対してセル温度センサ 6 と湿潤状態検出器 8 を備えることで、スタック 50 全体の湿潤状態を推定することができる。

#### 【0061】

ここでは、スタック 50 内の湿潤ガス供給口 50 a 付近のある燃料電池セル 1 a と、湿潤ガス排出口 50 b 付近のある燃料電池セル 1 b の二箇所でセル湿潤状態を検出する。ここでは、湿潤ガスとして反応ガスを用いるので、湿潤ガス供給口 50 a と反応ガスの供給口とが共通する。また、湿潤ガス排出口 50 b と反応ガスの排出口とが共通する。つまり、燃料電池セル 1 a、1 b にセル温度センサ 6 a、6 b と湿度状態検出器 8 a、8 b を備える。なお、セル温度は、セル温度センサ 6 a、6 b の一方の検出結果を代表して用いても良いが、この場合には精度が低下する。

#### 【0062】

このような配置で停止時に湿潤ガスの供給を開始した場合の燃料電池セル 1 a、1 b の湿度の変化を図 12 に示す。

#### 【0063】

湿潤ガスを供給する時間とともに、まずガス供給口 50 a に近い入口付近でガスと燃料電池セル 1 a 内の電解質膜 10 を含む MEA が平衡状態になる。その後

、ガス排出口 50 b 付近で平衡状態になる。

#### 【0064】

なお、本実施形態は積層する燃料電池セル 1 およびその周辺の構成は、第 1 ～ 5 のいずれの実施形態に用いた構成も適用することができる。

#### 【0065】

次に、本実施形態の効果について説明する。

#### 【0066】

スタック 50 を複数の燃料電池セル 1 を積層することにより構成し、湿潤状態検出器 8 を、少なくともスタック 50 の湿潤ガス供給口 50 a 付近の燃料電池セル 1 a と湿潤ガス排出口 50 b 付近の燃料電池セル 1 b とに備える。これにより、湿潤ガス供給口 50 a 付近と湿潤ガス排出口 50 b 付近を両方モニタすることによりスタック 50 内の MEA をまんべんなく均一に湿潤調整することができる。湿潤ガスを流すと、ガスと MEA の間で水分の平衡状態に落ち着くので、乾燥ガスを流したときよりも容易に湿潤度の調整が可能になる。

#### 【0067】

または、スタック 50 を複数の燃料電池セル 1 を積層することにより構成し、湿潤状態検出器 8 を、少なくともスタック 50 の反応ガス供給口 50 a 付近の燃料電池セル 1 a と反応ガス排出口 50 b 付近の燃料電池セル 1 b とに備える。スタック 50 では、特に反応ガス供給口 50 a 付近で乾燥しやすく、反対に反応ガス排出口 50 b 付近では凝縮水が生じ易い。そこで、反応ガス供給口 50 a と反応ガス排出口 50 b の湿潤状態を検出し、これを所定の湿潤状態とすることで、スタック 50 全体の湿潤状態を適切に調整することができる。

#### 【0068】

このように、スタック 50 のガス供給口 50 a 付近もガス排出口 50 b 付近も同様な湿潤状態の平衡状態にすることができる。これは、例えば湿度 0 % 付近の乾燥ガスを流した場合には実現不可能であり、湿潤ガスを流すことにより初めて実現できる。

#### 【0069】

なお、本実施の形態では、湿潤ガスとして反応ガスを用いているが、反応ガス

をパージするための窒素等の不活性ガスの湿度を調整して、湿潤ガスとして用いても良い。また、加湿器 4、5 を発電時の加湿を行う加湿手段としたが、その他の加湿手段を用いても良い。

### 【0070】

このように、本発明は上記実施の形態に限定されるわけではなく、特許請求の範囲に記載の技術思想の範囲内で様々な変更が為し得ることは言うまでもない。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

第 1 の実施形態に用いる燃料電池システムの概略構成図である。

#### 【図 2】

燃料電池セルの発電停止後と湿潤ガス供給後の湿潤状態を示す図である。

#### 【図 3】

第 1 の実施形態における発電停止後の制御を示すフローチャートである。

#### 【図 4】

第 1 の実施形態における湿潤ガスの相対湿度に対する発電の可否を示す図である。

#### 【図 5】

第 2 の実施形態に用いる燃料電池システムの概略構成図である。

#### 【図 6】

第 2 の実施形態における発電停止後の制御を示すフローチャートである。

#### 【図 7】

第 3 の実施形態に用いる燃料電池システムの概略構成図である。

#### 【図 8】

第 3 の実施形態における発電停止後の制御を示すフローチャートである。

#### 【図 9】

第 4 の実施形態における湿潤ガスの湿度に対する発電の可否を示す図である。

#### 【図 10】

第 5 の実施形態における湿潤状態検出器の特性を示す図である。

#### 【図 11】

第 6 の実施形態に用いる燃料電池システムの概略構成図である。

【図 1 2】

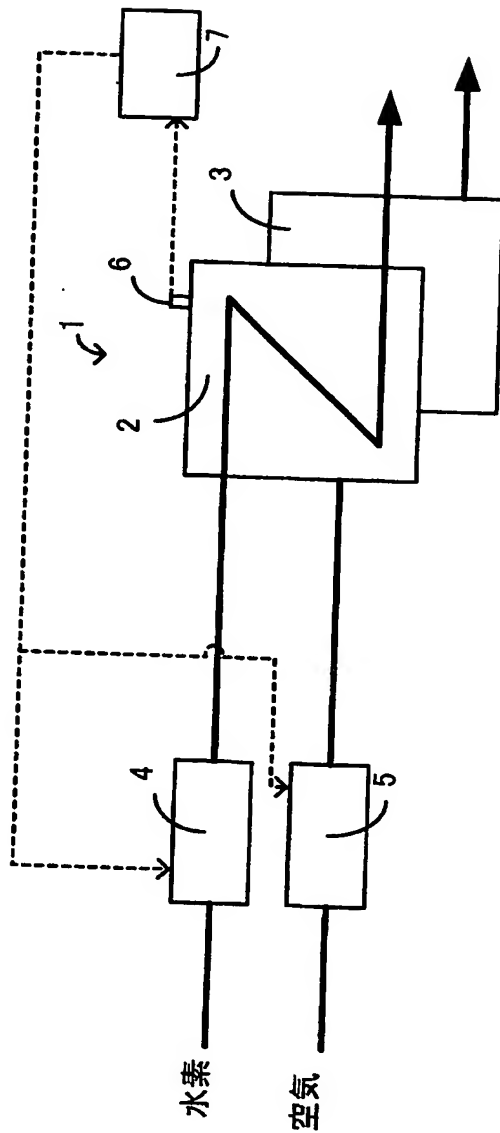
第 6 の実施形態におけるスタックの湿潤状態の時間変化を示す図である。

【符号の説明】

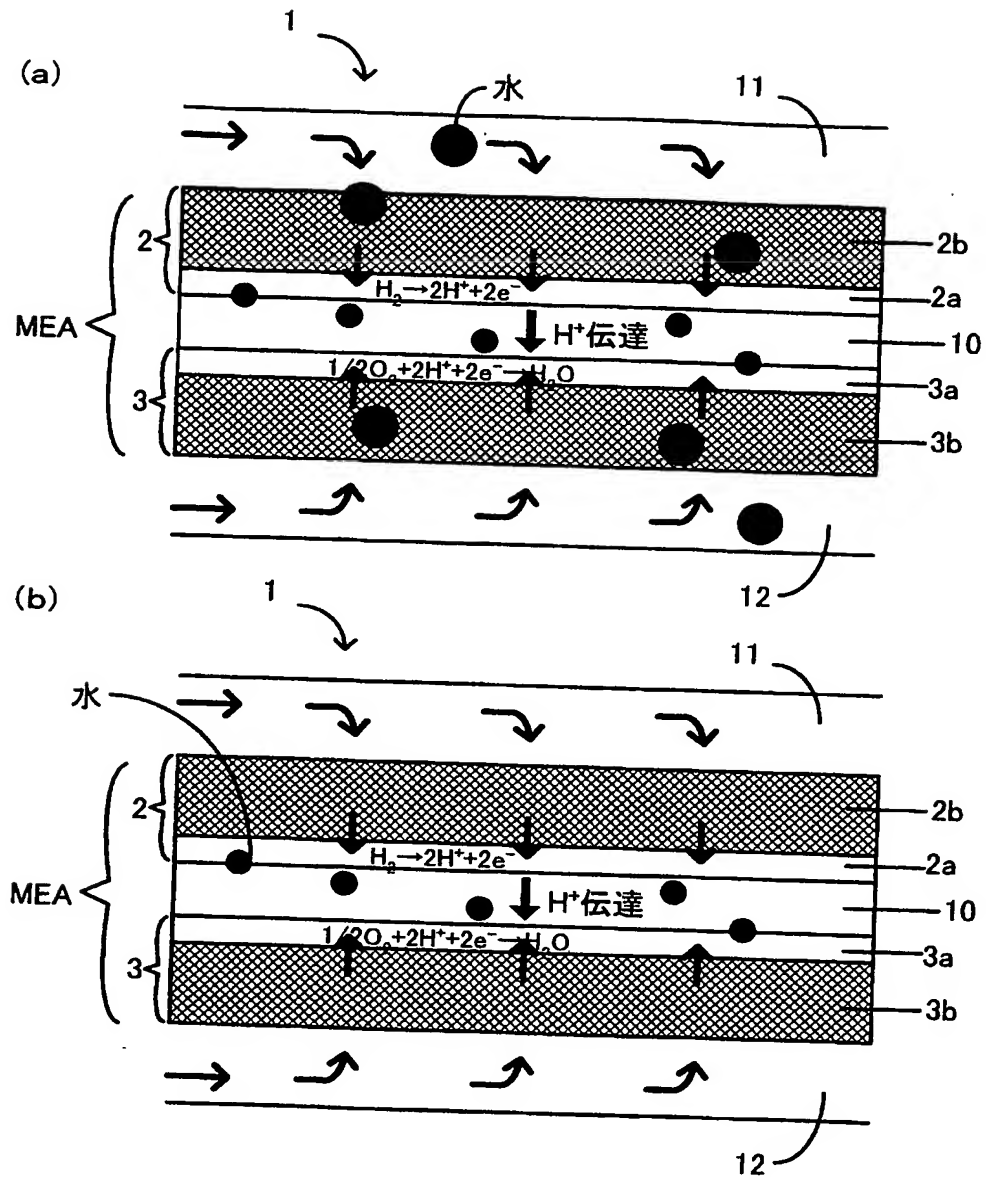
- 1 燃料電池セル
- 2 アノード
- 3 カソード
- 4 加湿器（加湿手段）
- 5 加湿器（加湿手段）
- 6 セル温度センサ（燃料電池温度検出手段）
- 8 湿潤状態検出器（湿潤状態検出手段）
- 9 外気温度センサ（温度検出手段）
- 1 0 電解質膜
- 5 0 スタック（燃料電池）
- 5 0 a 湿潤ガス供給口
- 5 0 b 湿潤ガス排出口

【書類名】 図面

【図 1】

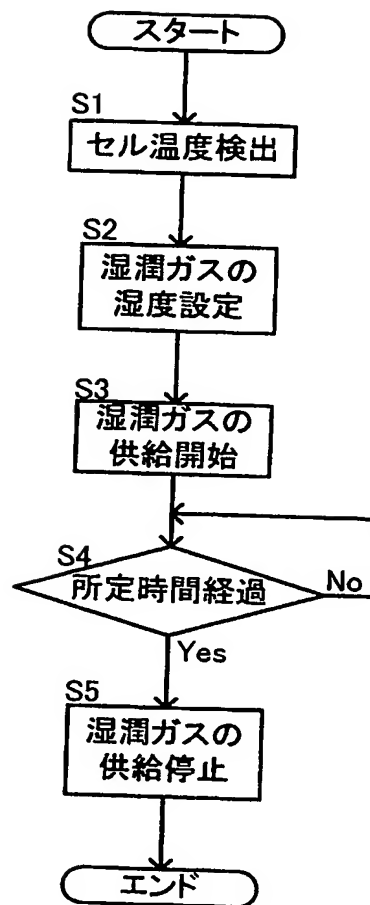


【図 2】





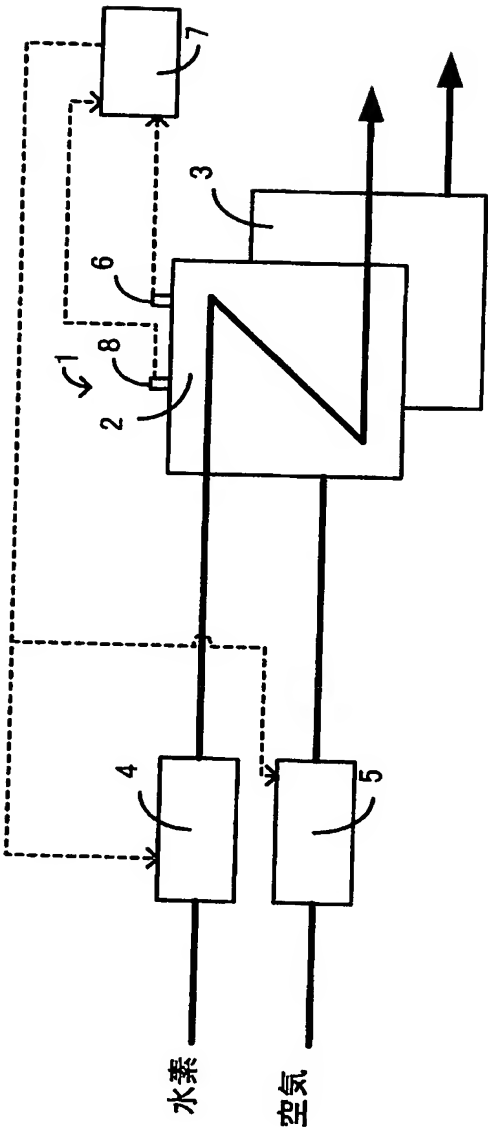
【図 3】



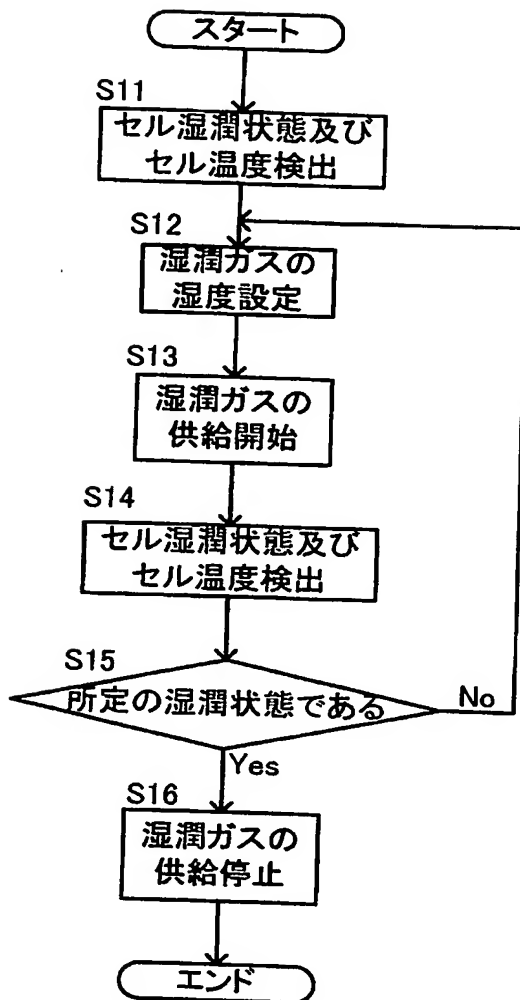
【図 4】

供給ガスの相対湿度	-20°Cでの発電の可否
0%	×
15%	○
40%	○
60%	○
95%	○
100%	×

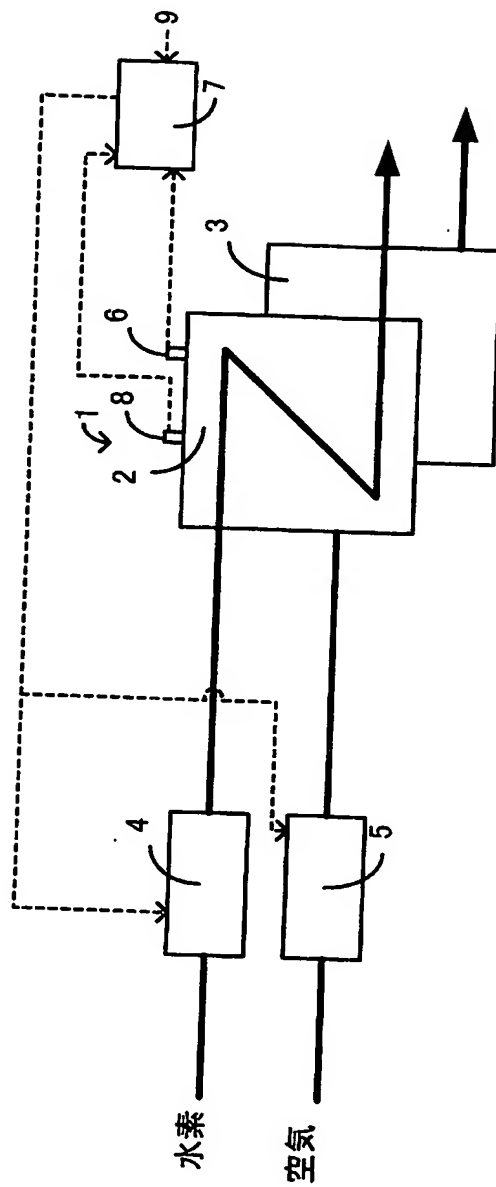
【図 5】



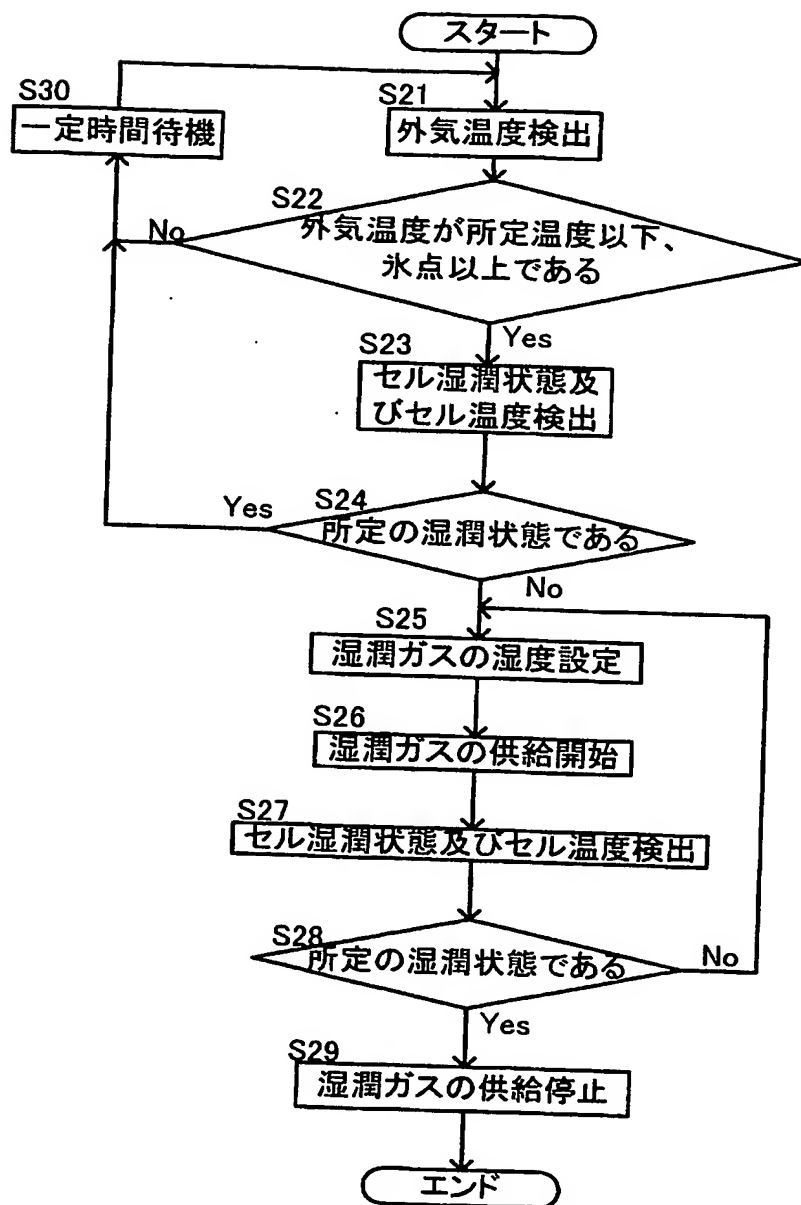
【図 6】



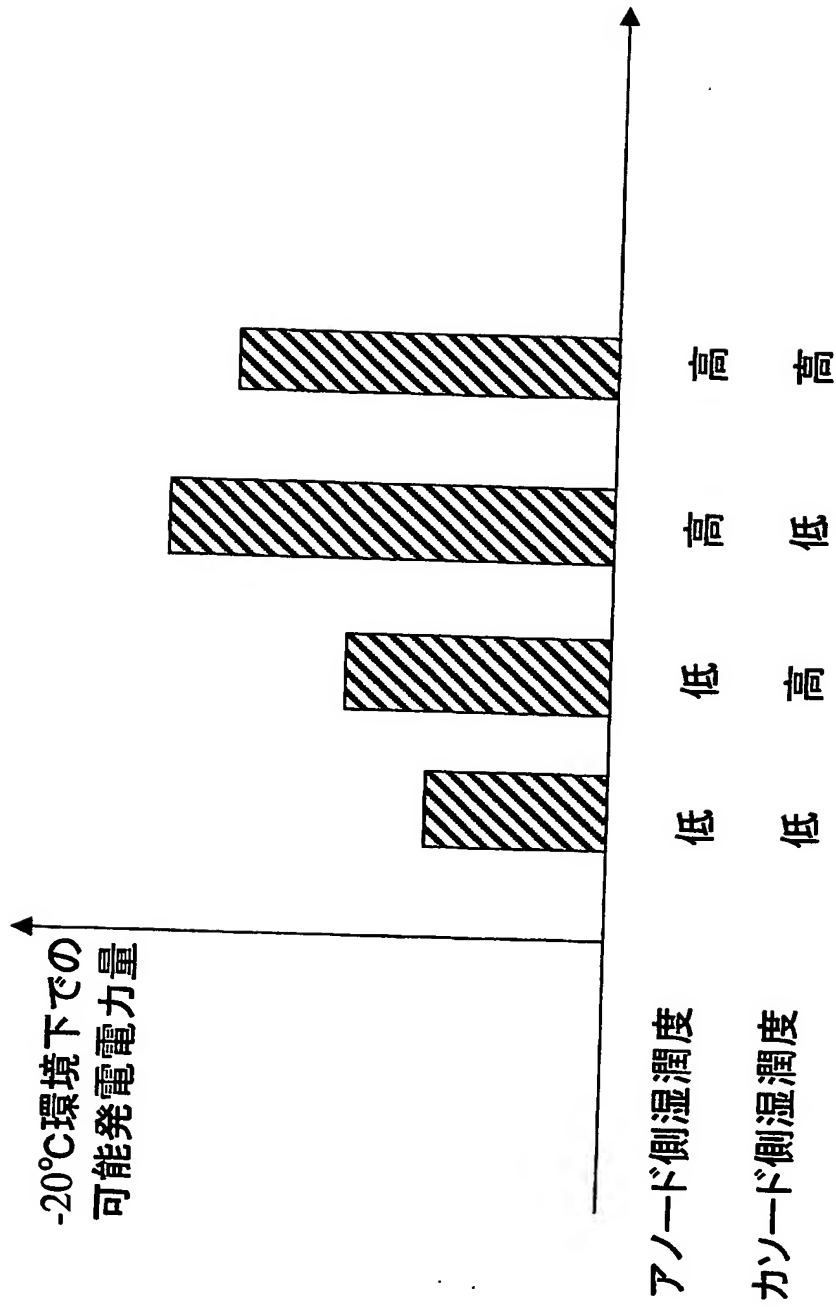
【図 7】



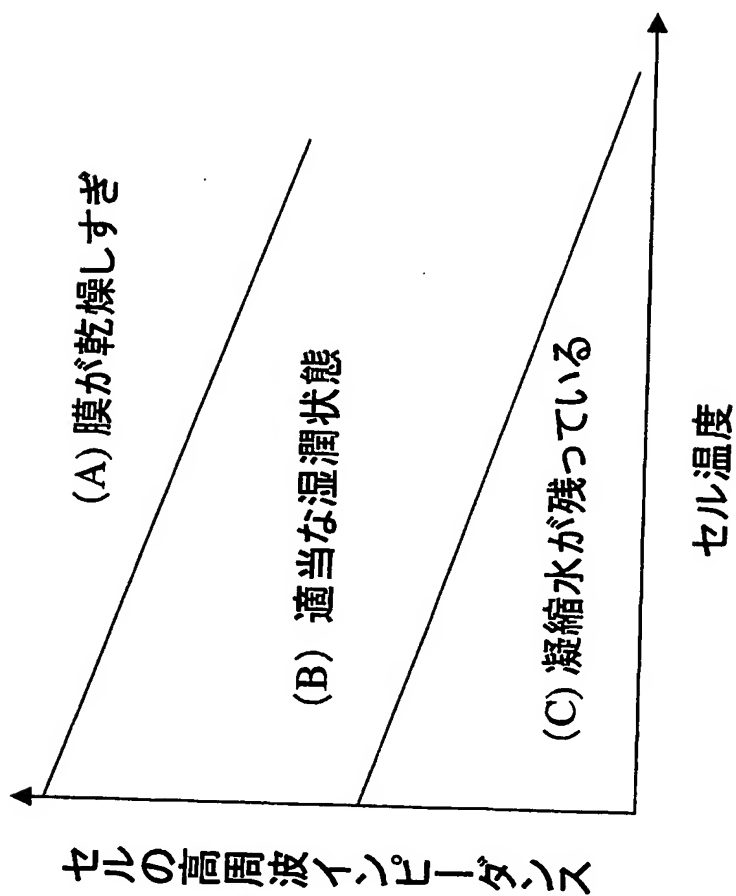
【図 8】



【図 9】

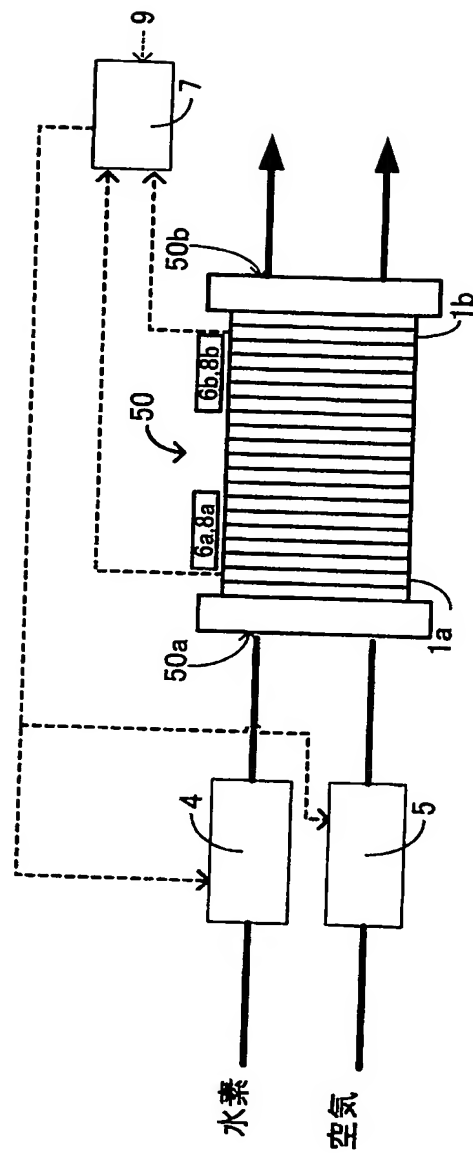


【図 10】

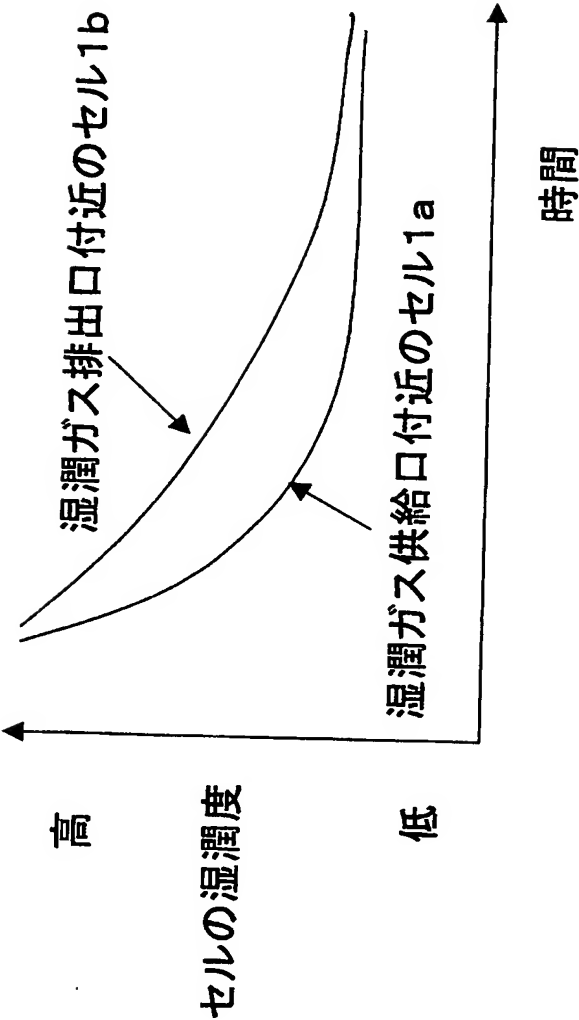




【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水分の凍結防止と湿潤状態維持を可能とする燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 電解質膜 10 をアノード 2 とカソード 3 で挟持することにより構成した燃料電池セル 1 を有するスタックを備え、アノード 2 に水素を、カソード 3 に空気を供給することにより発電を行う。このような燃料電池システムにおいて、発電停止後に、アノード 2 またはカソード 3 の少なくとも一方に、湿潤状態を調整した湿潤ガスを供給する。これにより、発電停止後に、アノード 2 およびカソード 3 の水が除去され、また電解質膜 10 の湿潤を保った状態でスタックを停止する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 6 6 7 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**